

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350016

研究課題名(和文) 生体情報制御のための空気玉による触覚提示と触覚デザインの研究

研究課題名(英文) Design Study of Haptics Display using Vortex Rings for Modifying Physiological State

研究代表者

上岡 玲子 (Ueoka, Ryoko)

九州大学・芸術工学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：30401318

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は非言語の情報として触覚に着目し、圧力変化をつけた渦輪を使った触覚ディスプレイを用いて顔の頬部に触覚フィードバックを行うことで、人の生体情報を制御することを目的とし、渦輪制御の方法論の構築と渦輪の触覚ディスプレイの試作および触覚の提示パラメータを変えて人の頬に提示する実験を行うことで、自律神経系・中枢神経系・タスクパフォーマンスに変化がおこることを定量的に評価できた。これらの知見から、非言語情報である触覚の感覚が人間の知覚や認知に影響がある可能性があり、触覚情報と人の生体反応の関係性があることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The effect of haptic perception on the human emotional experience has been the topic of recent human-computer interaction studies. In this study, we conducted preliminary evaluation on how people perceive haptic stimuli generated by air vortex rings and how these stimuli affect their physiological state. We developed a prototype interactive cheek haptic display that generates an air vortex ring at a certain air pressure to present a haptic stimulus on the cheek when a subject feels stress while performing a task. We evaluated cognitive awareness using task performance, physiological awareness using changes in low frequency/high frequency, brain wave and subjective feelings. Although further experiments are needed, the results suggests that a haptic display is a promising method for effectively reducing stress and modifying emotional experience. This endorses the interrelationship between haptic stimuli and a human's physiological state.

研究分野：ヒューマンインタフェース

キーワード：触覚 渦輪 ストレス 生体反応 空気砲

1. 研究開始当初の背景

情報デザインの分野において、広告やサインなど視覚言語情報のデザインの方法論についてはこれまで多くの研究が実践されある程度理論化されている。昨今では、視覚言語情報以外の要素もデザインに深く関わっていると考えられているが、いまだ視覚以外の非言語情報のデザインについての効果や影響の理論化には至っていない。本研究は、非言語の情報として触覚に着目し、圧力変化をつけた空気の玉を使った触覚ディスプレイを用いて触覚フィードバックを行い、人の生体情報を制御するシステムを構築する。生体情報の変化は自律神経系の変化と相関が高く、人間の無意識の感覚とも関係が深い。こうした生体情報の制御が、触覚提示により可能になるか、基礎実験によりその関係性を明らかにし構造化することで、それに基づいた触覚ディスプレイのシステムの製作および実証実験を行い、データを評価することで、生体情報を制御する触覚デザインの理論化を目指す。

2. 研究の目的

本研究は非言語の情報として触覚に着目し、圧力変化をつけた渦輪を使った触覚ディスプレイを用いて顔の頬部に触覚フィードバックを行うことで、人のストレスやメンタルの状態などの生体情報を制御することを目的とする。

3. 研究の方法

はじめに任意の渦輪の生成精度を高めるための制御パラメータを実験により明らかにし、渦輪制御の方法論を構築する。具体的には2つの筒から発射される渦輪の圧力差、片側の筒の角度を制御すれば任意の渦輪を作成可能であることを実験により明らかにする。これにより渦輪を用いた触覚ディスプレイの制御が可能であることを明らかにし、ディスプレイの試作をおこなう。また、渦輪が頬にあたることで得られる触覚の感覚で強い渦輪、弱い渦輪を定量評価により決定し生体情報制御の評価実験のパラメータとして利用する。実験により、空気圧を変えた空気玉を人の顔面にあてることで、自律神経系・中枢神経・認知行動に変化を与える可能性があることが整理できる。こうした結果をもとに渦輪生成ディスプレイの試作を行い実証実験より触覚情報と生体情報の関係性を評価していく。これらの知見から、非言語情報である触覚の感覚が人間の知覚や認知に影響がある可能性があり、定量的にその影響を評価する指標の創出も可能であることが示唆される。

4. 研究成果

これまで知見のある大型の空気砲による触覚ディスプレイで顔面全体に空気玉を当てるために最適な直径 18 センチの筒を設計し

ていたが、初年度に、頬に空気玉をあてることに特化するため、頬の中心部に空気玉をあてた時に最も触覚刺激が伝わりやすい玉の大きさを、直径の異なる数種類の筒で空気玉の大きさを変えて頬にあてる比較実験を実施することで最適径を明らかにし、頬にあてるのに最適な渦輪のサイズから、筒の直径を 5 cm とし、それにあわせ圧縮空気の体積も約 390 立方センチとした。また、覚醒と安静の 2 つの相反する生理状態を恣意的に変化させるために効率的な触覚表現の方式を理論化するための基礎実験として体表温度を計測し、空気圧を 0.04MPa, 0.08MPa, 時間間隔を 3, 5 秒間隔で制御し、体表温度の変化と主観評価から 0.08MPa, 発射間隔 3 秒で最も体表温度が下がることが判明した。また、主観評価からも先の組み合わせが快い評価が高かったため、安静を誘導する効果がある可能性が明らかとなった。(表 1, 図 1)

表 1 実験条件と評価項目

パラメータ	刺激番号	A	B	C	D
	空気圧[MPa]	0.04	0.04	0.08	0.08
	発射間隔[秒]	5	3	5	3
評価方法	皮膚温度	全身の平均皮膚温度 頬の皮膚温度			
	主観評価	温冷感・風速感・快適感・集中度 触覚的な印象			
実験条件	実験環境	気温 28[°C] 湿度 70[%]			
	被験者	6名(20代女性)			

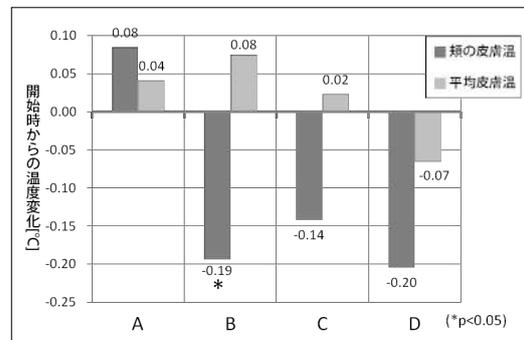


図 1 平均皮膚温度と頬の皮膚温の変化

次年度には渦輪の特性を考慮した圧力可変型の装置を試作(図 2)し、渦輪生成のメカニズムを検証した。また、ユーザの生体情報を無線型の心拍センサーでリアルタイムに計測し周波数解析することで自律神経のバランスを算出しストレス状態をシステム側が検出、それにあわせ、渦輪の発射間隔、圧力値を制御し異なる渦輪をあてることでユーザのストレス状態、主観的疲労度、主観的睡眠度、単純計算の回答率から定量的に触覚フィードバックの効果を評価した。それにより空気圧が強く、発射間隔が短い(0.20MPa/2sec)ほどストレス増加が抑制され覚醒の方向に変化がみられることが明ら

かになった。(図3) また、空気圧が弱く発射間隔が長い(0.10MPa/5sec)ほど回答率が下がりぼんやりとした状態に誘導される傾向があることが判明した。(図4)

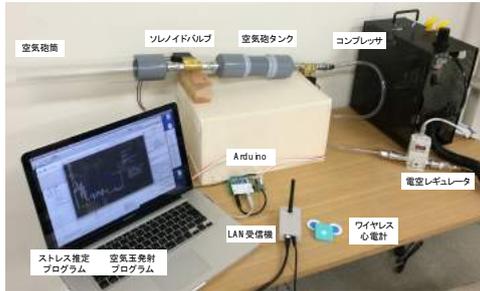


図2 渦輪触覚ディスプレイシステム

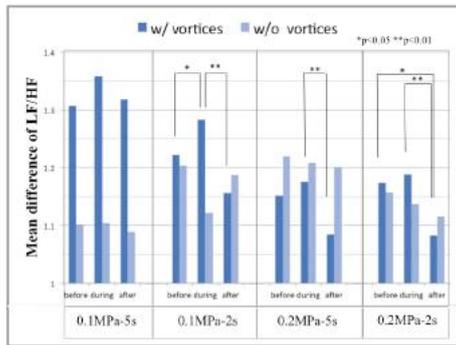


図3 基準値に対するストレス(LF/HF)の増減の割合

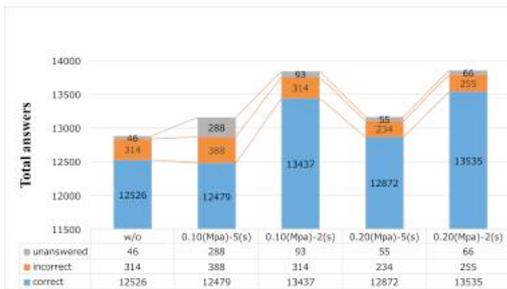


図4 タスクパフォーマンスの結果(被験者4名合計)

最終年度は渦輪触覚ディスプレイの制御の定量化のため任意の渦輪の生成精度を高めることを目的に制御パラメータを実験により明らかにし、渦輪制御の方法論を構築した。具体的には2つの筒から発射される渦輪の圧力差、片側の筒の角度を制御すれば任意の渦輪を作成可能であることを実験により明らかにし渦輪を用いた触覚ディスプレイの制御が可能であることが明らかにした。また、前年度まで実験で用いていた空気圧パラメータについて触覚感覚として強い渦輪、弱い渦輪として人が感じているかを定量評価するため0.04MPa(現状のシステムが呈示できる最弱の空気圧、1気圧は約0.1MPa)から0.20MPaの間を0.02MPa間隔で制御し印象評価を行い0.06MPaが最も弱く感じる空気圧で0.18MPaが最も強く感じる空気圧であることを定量的に評価した。(図5)

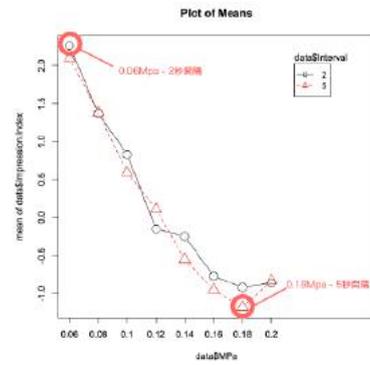


図5 パラメータ毎の渦輪の印象評価

この空気圧を元に生体情報制御の評価実験のパラメータとして利用し、前年度に実施した予備実験を展開し被験者を増やし実験を行った。具体的には自律神経系の評価として前年度同様に心拍の周波数特性からストレスを検出し、同時に中枢神経系の変化を計測するため日常空間で計測可能な脳波計測装置を用い実験中の生体情報を記録した。また、前年度同様人工的にストレス環境を構築するため結果から空気圧を変えた空気玉を人の顔面にあてることで、自律神経系・中枢神経・認知行動に変化を与える可能性があることが整理できた。具体的には強弱関係なく渦輪をあてることで自律神経系をストレス状態から安定状態に推移できることや弱い渦輪には中枢神経系の脳波の活動が心を鎮める(meditation)の方向に推移することやタスク課題の正答率にも影響があるなどの知見を得ることができた。



図6 渦輪呈示実験の様子

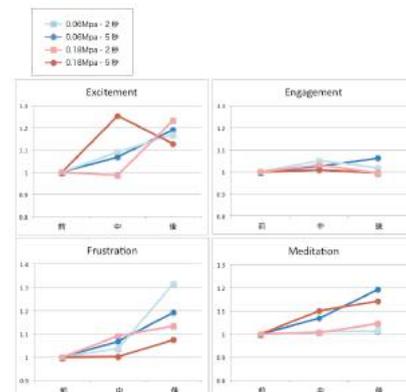


図7 脳波から観察される4指標の推移

これらの知見から、非言語情報である触覚の感覚が人間の知覚や認知に影響がある可能

性があり、今後実験を続けることで定量的にその影響を評価する指標が創出できるようになる。これらの成果から、能動的に人の生体情報を制御することができれば、触覚情報と人の生体反応の関係性が明らかとなり、抽象的に表現されがちな非言語情報である触覚デザインの理論化が可能になる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 13 件)

1. 山口真美, 山本修平, 上岡 玲子, 空気砲触覚による生理状態制御のための基礎的研究 ~ Puff・Puff System: ユーザに寄り添う空気玉システム ~, 電子情報通信学会 pp. 83-88, 2013. 06. 26., 松山市総合コミュニティセンター (愛媛県松山市)

2. 山本修平, 上岡 玲子, 空気砲を活用した「インタラクティブお参りシステム」, HCG シンポジウム 2013 pp. 123-128, 2013. 12. 18. (HCG Organized Session 賞受賞), 松山市総合コミュニティセンター (愛媛県松山市)

3. 上岡 玲子, 山本修平, 山口真美, 圧縮空気の顔面触覚ディスプレイとしての可能性, HCG シンポジウム 2013 pp. 117-122, 2013. 12. 18., 松山市総合コミュニティセンター (愛媛県松山市)

4. 山本修平, 上岡玲子, 空気砲を応用した「えあむすび」の製作, インタラクション 2014, 2014. 02. 28, 日本科学未来館 (東京都江東区)

5. Ryoko Ueoka, Naoto Kamiyama, Fortune Air: An Interactive Fortune Telling System Using Vortex Air Cannon (oral presentation only), HCII2014, 2014. 06. 27., クレタ (ギリシャ)

6. 神山直都, 上岡玲子, Fortune Air : 空気砲による新しいおみくじ占い, エンタテイメントコンピューティングシンポジウム 2014 pp. 129-132, 2014. 09. 14., 明治大学 (東京都中野区)

7. 神山直都, 上岡玲子, 空気砲によるおみくじ占いシステムの構築, 第19回日本バーチャルリアリティ学会 pp. 503-506, 2014. 09. 17., 名古屋大学 (愛知県名古屋市)

8. 山口真美, 上岡玲子, 空気玉インタフェース「Puff Puff System」による生理状態制御のための基礎的研究, 電子情報通信学会マルチメディア・仮想環境基礎研究会 (MVE) pp. 199-204, 2015. 03. 04. (MVE 賞受賞), 成蹊大学 (東京都武蔵野市)

9. Ryoko Ueoka, Naoto Kamiyama, Fortune Ar: An Interactive Fortune Telling System Using Vortex Air Cannon, HCII2015(17th Int'l Conference on Human-Computer Interaction) Organized Session Digital Museum Springer International Publishing Switzerland 2015 pp. 646-656, 2015. 08. 06., ロサンゼルス (米国)

10. 神山直都, 上岡 玲子, Fortune Air: 空気砲によるおみくじ占いシステム, 第20回日本バーチャルリアリティ学会大会, pp. 191-194, 2015. 09. 09. 芝浦工業大学 (東京都江東区)

11. 神山直都, 上岡玲子, Fortune Air ~ 空気砲によるおみくじ占いシステムの提案 ~, 電子情報通信学会マルチメディア・仮想環境基礎研究会 (MVE) pp. 61-66, 2016. 03. 07, 名桜大学 (沖縄県名護市)

12. 佐藤優花, 上岡玲子, 渦輪を利用した類触覚インタフェースの製作のための触覚提示反応の研究, 電子情報通信学会マルチメディア・仮想環境基礎研究会 (MVE) pp. 205-210, 2016. 03. 08, 名桜大学 (沖縄県名護市)

13. Ryoko Ueoka, Mami Yamaguchi, Yuka Sato: Interactive Cheek Haptic Display with Air Vortex Rings for Stress Modification, Proc. of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts, pp. 1766-1771, 2016. 05. 09-10, サンノゼ (米国)

[その他]

1. 神山直都, Fortune Air, ADAA インタラクティブ部門入賞, 2014.

2. 上岡玲子, 人に寄り添うメディア技術, 東北大学電気通信研究所第二回共同プロジェクト研究会「人と空間と情報技術」, 2016. 02. 22. (講演)

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上岡 玲子 (UEOKA Ryoko)

九州大学・芸術工学研究院・准教授

研究者番号: 30401318